

Electroceramic component external contact manufacturing method uses 2-stage screen printing process for application of metallisation paste layers with optimum adhesion and good soldering characteristics

Patent number: DE19945934
Publication date: 2001-03-22
Inventor: SCHUH CARSTEN (DE); CRAMER DIETER (DE); LUBITZ KARL (DE)
Applicant: EPCOS AG (DE)
Classification:
- **international:** H01L41/047; H01L41/083; H01L41/22; H01L41/00; H01L41/083; H01L41/22; (IPC1-7): H01L41/047; H01L41/083; H02N2/04
- **European:** H01L41/047; H01L41/083; H01L41/22D
Application number: DE19991045934 19990924
Priority number(s): DE19991045934 19990924

Report a data error here**Abstract of DE19945934**

The external contact manufacturing method uses screen printing for forming a metallisation layer on at least surface regions of the electroceramic component. An initial screen printing process is used for application of a metallisation paste having an optimum adhesion to the electroceramic component, with a thickness of between 2 and 10 microns, before application of a metallisation paste with good soldering characteristics.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ **Patentschrift**
⑯ **DE 199 45 934 C 1**

⑯ Int. Cl.⁷:
H 01 L 41/047
H 01 L 41/083
H 02 N 2/04

DE 199 45 934 C 1

⑯ Aktenzeichen: 199 45 934.7-35
⑯ Anmelddatag: 24. 9. 1999
⑯ Offenlegungstag: -
⑯ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 22. 3. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:
EPCOS AG, 81541 München, DE

⑯ Vertreter:
Epping, Hermann & Fischer GbR, 80339 München

⑯ Erfinder:
Schuh, Carsten, Dr., 85598 Baldham, DE; Cramer, Dieter, 83607 Holzkirchen, DE; Lubitz, Karl, Dr., 85521 Ottobrunn, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 196 46 676 C1
DE 197 53 930 A1
DE 34 35 807 A1
DE 38 97 628
US 40 77 558
JP 0 6-23 24 466 A

⑯ Verfahren zur Herstellung einer Außenkontakteierung eines elektrokeramischen Bauelementes, insbesondere
eines Piezoaktors

⑯ Auf mindestens zwei Oberflächenbereichen des Bauelementes wird jeweils eine flächenhafte Außenmetallierung durch Siebdruck einer metall-, insbesondere silberhaltigen Einbrennpaste und anschließendes Einbrennen erzeugt. Dazu wird in einem ersten Siebdruckvorgang eine erste, in ihrer Zusammensetzung auf Hafffestigkeit am Bauelement optimierte Einbrennpaste aufgebracht und danach, in mindestens einem weiteren Siebdruckvorgang, mindestens eine weitere, in ihrer Zusammensetzung insbesondere auf Lötabilität optimierte Einbrennpaste aufgebracht.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Außenkontakteierung eines elektrokeramischen Bauelementes, bei dem auf mindestens zwei Oberflächenbereichen des Bauelementes jeweils eine flächenhafte Außenmetallisierung durch Siebdruck einer metall-, insbesondere silberhaltigen Einbrennpaste und anschließendes Einbrennen erzeugt wird.

Keramische elektrische Bauelemente, insbesondere in Vielschichtbauweise, wie Kondensatoren, Varistoren, Thermistoren oder Piezoaktoren, sollen zunehmend höhere Anforderungen an ihre Außenkontakteierung, also an ihre Lötflächen, erfüllen. Diese Lötflächen, die grundsätzlich auch aufgedampft oder gesputtert werden können, werden heute üblicherweise mit Hilfe von Einbrennsilberpräparaten erzeugt. Diese bestehen aus Metallpulver, speziellen Glasfritten und organischen Zusätzen und werden meistens in Siebdrucktechnik auf die Bauelemente aufgebracht, obwohl das Aufbringen auch mittels Tauch- oder Spritzverfahren erfolgen könnte. Neben der Erfüllung der elektrischen und geometrischen Bedingungen und neben der geforderten Ablegerbeständigkeit sollen die Lötflächen vor allem die grundlegenden Forderungen nach guter Benetzbarkeit bzw. Lötbarkeit sowie einer guten Haftung am Bauelement gewährleisten.

Die gleichzeitige Erfüllung der beiden letztgenannten Forderungen scheint nicht ohne weiteres möglich zu sein, da bei vielen der handelsüblichen Dickschicht-Metallisierungspasten hinsichtlich ihrer Eigenschaften eine Konkurrenz zwischen den Anforderungen Haftfestigkeit und Lötbarkeit besteht, d. h. sehr haftfeste Pasten sind oft nur noch schlecht lötbar.

Besonderes Gewicht erhält die genannte Problematik im Zusammenhang mit der Herstellung von Außenkontakteierungen für Piezoaktoren in Vielschichtbauweise. Letztere sind beispielsweise in der DE 196 46 676 C1 ausführlich beschrieben. Bei derartigen Piezokeramiken wird der Effekt ausgenutzt, daß diese sich unter einem mechanischen Druck bzw. Zug aufladen und andererseits bei Anlegen einer elektrischen Spannung entlang der Hauptachse der Keramikschicht ausdehnen. Zur Vervielfachung der nutzbaren Längenausdehnung werden monolithische Vielschichtaktoren verwendet, die aus einem gesinterten Stapel dünner Folien aus Piezokeramik (z. B. Bleizirkonattitanat) mit eingelagerten metallischen Innenelektroden bestehen. Die Innenelektroden sind wechselseitig aus dem Stapel herausgeführt und über Außenkontakte elektrisch parallel geschaltet. Auf den beiden Kontaktseiten des bis zu ca. 40 mm hohen Staps ist hierzu jeweils eine streifen- oder bandförmige, durchgehende Außenmetallisierung aufgebracht, die mit allen Innenelektroden gleicher Polarität verbunden ist. Zwischen Außenmetallisierung und elektrischen Anschlüsse wird häufig noch eine in vielen Formen ausführbare Weiterkontakteierung, z. B. ein Cu-kaschierter Kaptonfolienstreifen, aufgebracht. Legt man eine elektrische Spannung an die Außenkontakteierung, so dehnen sich die Piezofolien in Feldrichtung aus. Durch die mechanische Serienschaltung der einzelnen Piezofolien wird die Nenndehnung des gesamten Staps schon bei niedrigen elektrischen Spannungen erreicht.

Derartige Aktoren sind durch den mechanischen Hub einer erheblichen Belastung ausgesetzt. Trotzdem muß beispielsweise für die Anwendung dieser Bauteile in neu entwickelten Common-Rail-Einspritz-Systemen für Pkw-Dieselmotoren eine besonders zuverlässige und haltbare elektrische Kontaktierung sichergestellt werden. Die genannte Problematik der Konkurrenz zwischen Haftfestigkeit

bzw. Lötbarkeit optimierte Pasten wird noch dadurch verschärft, daß gerade für Vielschichtaktoren erhebliche Schichtdicken der Außenmetallisierungsbahn von ca. 20 bis 50 µm wünschenswert sind. Derartige Schichtdicken sind bekanntlich vorteilhaft hinsichtlich der Stromtragfähigkeit, der Wärmeleitfähigkeit, des Abbaus von mechanischen Spannungen und als Schutz vor Ablegierung beim Löten. Je größer jedoch die Schichtdicke der Metallisierungsbahn wird, umso mehr Glasfritte wird nicht für den Haftungsaufbau unmittelbar am Interface Keramik-Metall benötigt. Dieser Überschuß an Glasfritte sammelt sich bevorzugt auf der freien Oberseite der Außenmetallisierung an, bildet dort schlimmstenfalls eine durchgängige Glasschicht und führt so zu einer drastisch verringerten Benetzbarkeit und damit auch Lötbarkeit der Außenmetallisierung. Wird jedoch zur Erzielung guter Löteigenschaften der Frittegehalt der Dickschicht-Metallisierungspaste insgesamt herabgesetzt, so ist an den getesteten Proben ein deutlicher Rückgang der Haftfestigkeit zu beobachten. Im Übrigen sind Metallisierungsbahnen mit 20–50 µm Schichtdicke durch einen einmaligen Siebdruckvorgang im Allgemeinen nur mit Abstrichen bei der Qualität erzeugbar.

Aus der DE 197 53 930 und aus der DE 196 46 670 sind Vorschläge bekannt, die Rißbildung bei Außenkontakte von Piezoaktoren durch Verwendung elastischer und in Längsrichtung dehnbarer Metallisierungstreifen unschädlich zu machen. Aus der DE 34 35 807 ist eine Metallisierung für keramische Piezowandler bekannt, bei der die Hafung zwischen einer galvanisch verstärkten Nickelschicht und einer darauf aufgebrachten Goldkontakte schicht durch teilweises Absputtern der Nickelschicht und Verwendung einer Haftvermittlerschicht aus Chrom oder Titan verbessert wird. Aus der JP-A-6232466 sind zweischichtige Silber-Pasten-Elektroden für Piezoaktoren bekannt.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein hinsichtlich der geschilderten Problematik verbessertes Verfahren der eingangs genannten Art insbesondere für Piezoaktoren bereitzustellen.

Erfnungsgemäß wird dieses Ziel bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch erreicht, daß in einem ersten Siebdruckvorgang eine erste, in ihrer Zusammensetzung auf Haftfestigkeit am Bauelement optimierte Einbrennpaste in einer Schichtdicke im eingebrannten Zustand von ca. 2 bis 10 µm aufgebracht und danach, in mindestens einem weiteren Siebdruckvorgang, mindestens eine weitere, in ihrer Zusammensetzung auf gute Lötbarkeit optimierte Einbrennpaste aufgebracht wird, wobei die erste Einbrennpaste einen höheren Glasfrittenanteil als die zweite Einbrennpaste aufweist, so daß sich bezüglich des Glasfrittenanteils ein Gradient in der Außenkontakteierung ergibt und wobei für alle verwendeten Einbrennpasten eine im Wesentlichen gleiche chemische Zusammensetzung der jeweiligen Glasfritten gewählt wird.

Zur Erzielung ausreichend dicker und haftfähiger Metallisierungsbahnen werden erfundungsgemäß also mindestens zwei Siebdruckvorgänge durchgeführt, jedoch mit jeweils unterschiedlich zusammengesetzten Dickschicht-Metallisierungspasten, als deren Metallanteil üblicherweise Silber oder Silber-Palladium gewählt wird. Dabei kann auf zwei unterschiedliche Arten vorgegangen werden:

- A): die zweite Bedruckung wird direkt auf die nur getrocknete erste Bedruckungsbahn ausgeführt. Anschließend werden die beiden Einbrennpasten in einem gemeinsamen Zyklus eingebrannt.
- B): die erste Bedruckung wird eingebrannt, dann die zweite Bedruckung ausgeführt und wiederum eingebrannt.

Für die erste Bedruckung wird erfahrungsgemäß eine sehr haftfeste Dickschicht-Metallisierungspaste ausgewählt. Der demgemäß erhöhte Glasfritteanteil dieser Paste wird entsprechend angepaßt, ohne auf die Lötabilität Rücksicht zu nehmen. Die Schichtdicke dieser Metallisierungsbahn liegt im eingebrochenen Zustand typischerweise bei nur 2–10 µm. Die Wahl der Zusammensetzung der weiteren Pasten kann im Hinblick auf gewünschte Eigenschaften optimiert werden, wobei insbesondere die oberste Einbrennpaste auf Lötabilität optimiert wird.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Im einzelnen kann so vorgegangen werden, daß auf die erste Bedruckung ein oder mehrere Siebdruckvorgänge mit einer oder mehreren Pasten folgen, die gegenüber der ersten Dickschichtpaste eine sehr gute Lötabilität bei vernachlässigbaren, also relativ schlechten, Haftungseigenschaften aufweisen. Bei Variante B) können diese Pasten vorteilhafteweise eine niedrigere Einbrenntemperatur gegenüber der ersten Paste besitzen, um unerwünschte Reaktionen zwischen den verschiedenen Glasfritten sowie weitergehende Reaktionen am Interface Keramik-Ag zu vermindern. Sehr günstig in dieser Hinsicht ist es, wenn die chemische Zusammensetzung der Glasfritten für alle verwendeten Pasten sehr ähnlich ist.

Bei mehr als zwei Siebdruckvorgängen ist für Variante B) so zu verfahren, daß nach Bedruckung und Einbrand der ersten, gut haftenden Schicht bei höherer Temperatur zwei oder mehr Bedruckungen mit Zwischentrocknung und anschließendem Einbrand bei niedrigerer Temperatur durchgeführt werden. Der Temperaturbereich für die Einbrände liegt, wie üblich, typischerweise bei 600–800°C.

Mit diesem Mehrschicht- oder Gradientenaufbau der Außenmetallisierung wird sichergestellt, daß den beiden Forderungen nach ausgezeichneter Haftfestigkeit sowie sehr guter Lötabilität weitgehend unabhängig voneinander optimal nachgekommen werden kann, insbesondere mit Blick auf die eingangs erwähnte Anwendung im Kfz-Bereich. Die Auswahl an in Frage kommenden Dickschicht-Metallisierungssystemen wird deutlich erhöht, eine Anpassung an Prozessvariationen wesentlich erleichtert.

Patentansprüche

45

1. Verfahren zur Herstellung einer Außenkontakteierung eines elektrokeramischen Bauelementes, bei dem auf mindestens zwei Oberflächenbereichen des Bauelementes jeweils eine flächenhafte Außenmetallisierung durch Siebdruck einer metall-, insbesondere silberhaltigen Einbrennpaste und anschließendes Einbrennen erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem ersten Siebdruckvorgang eine erste, in ihrer Zusammensetzung auf Haftfestigkeit am Bauelement optimierte Einbrennpaste in einer Schichtdicke im eingebrochenen Zustand von ca. 2 bis 10 µm aufgebracht und danach, in mindestens einem weiteren Siebdruckvorgang, mindestens eine weitere, in ihrer Zusammensetzung auf gute Lötabilität optimierte Einbrennpaste aufgebracht wird, wobei die erste Einbrennpaste einen höheren Glasfrittenanteil als die zweite Einbrennpaste aufweist, so daß sich bezüglich des Glasfrittenanteils ein Gradient in der Außenkontakteierung ergibt und wobei für alle verwendeten Einbrennpasten eine im Wesentlichen gleiche chemische Zusammensetzung der jeweiligen Glasfritten gewählt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die erste Bedruckung eingebrochen, dann eine zweite Bedruckung

aufgebracht und wiederum eingebrochen wird, wobei die zweite Einbrennpaste eine niedrigere Einbrenntemperatur gegenüber der ersten Einbrennpaste aufweist und dementsprechend bei niedrigerer Temperatur eingebrochen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die zweite und weitere Einbrennpasten nach dem Einbrennen der ersten Bedruckung in getrennten Siebdruckvorgängen mit Zwischentrocknungsschritten aufgebracht und gemeinsam eingebrochen werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

- bei dem die Außenmetallisierungen auf einem Piezoaktor in Vielschichtbauweise aufgebracht wird,

- bei dem piezoelektrische Keramikschichten und Elektrodenschichten alternierend übereinander angeordnet und zu einem monolithischen Verbund verbunden werden, und

- bei dem die Außenmetallisierungen in Form von zumindest zwei Metallisierungsstreifen seitlich am Stapel aufgebracht werden, um die Elektrodenschichten in alternierender Polarität elektrisch zu kontaktieren.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem zur Herstellung der Außenkontakteierung die Metallisierungsstreifen jeweils mit einer Weiterkontakteierung verbunden werden.

- Leerseite -